

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 72 (1994)

**Heft:** 7

**Artikel:** Normierte Architektur für Telekommunikations-Management-Netze : Teil 3

**Autor:** Sellin, Rüdiger

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874721>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 30.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Normierte Architektur für Telekommunikations-Management-Netze

(Teil 3)

Rüdiger SELLIN, Bern

## Zusammenfassung

*Normierte Architektur für Telekommunikations-Managementnetze (Teil 3)*

Nach einer Einführung in die TMN-Architektur im Teil 1 wurde im Teil 2 gezeigt, dass damit nicht nur ein reines Netz-, sondern auch ein Dienstmanagement angeboten wird. Dies ist vor allem mit Blick auf eine Liberalisierung des europäischen Telekommunikationsmarktes von Bedeutung. In diesem dritten Teil werden Wege gezeigt, die einen möglichst nahtlosen Übergang von heutigen Netz- und Dienstmanagementwerkzeugen und -konzepten zum TMN-Konzept ermöglichen.

## Riassunto

*Architettura standardizzata per le reti di gestione delle telecomunicazioni (3ª parte)*

Nella 1ª parte l'autore ha presentato l'architettura TMN in generale; nella 2ª parte ha mostrato che mediante quest'architettura non solo viene offerta una vera e propria gestione di rete ma anche una gestione di servizi. Ciò è soprattutto importante in vista della liberalizzazione del mercato europeo delle telecomunicazioni. In questa terza parte l'autore illustra le varie vie che consentono di passare praticamente senza problemi dagli strumenti e dai sistemi attuali di gestione di servizi e rete all'architettura TMN.

## Résumé

*Architecture normalisée pour la gestion des réseaux de télécommunication (3ª partie)*

Après une introduction à l'architecture TMN dans la 1<sup>re</sup> partie, l'auteur montre dans la 2<sup>e</sup> que cette architecture n'est pas seulement un outil de gestion de réseau pur, mais aussi de gestion de services. Ce fait est particulièrement important dans la perspective d'une libéralisation du marché des télécommunications européen. Dans cette 3<sup>e</sup> partie, on montre des méthodes permettant de passer quasi sans transition des actuels outils et concepts de gestion de réseaux et de services au concept TMN.

## Summary

*Standardized Architecture for Telecommunications Management Networks (Part 3)*

Following an introduction to the TMN architecture in part 1, part 2 showed that not only a network management alone but a service management is offered, too. This is of importance primarily all with a view to a liberalization of the European telecommunications market. In this third part, means are shown to enable as smooth a migration as possible from the present network and service management tools and concepts to the TMN concept.

## 1 Heutige Managementwerkzeuge

Betrachtet man den Markt für Netzmanagementwerkzeuge über die zurückliegenden zehn Jahre, so stellt man eine Tendenz in Richtung genormter Kommunikationsprotokolle, aber noch nicht in Richtung genormter Managementkonzepte fest. Dies liegt unter anderem daran, dass der Beginn der Arbeiten am Konzept der Telekommunikations-Management-Netze TMN (Telecommunications Management Networks) auf das Jahr 1986 zurückgeht, während die OSI-Arbeiten bereits 1977 begonnen wurden und so die Welt der Kommunikationsprotokolle seit bald 20 Jahren nachhaltig beeinflussen. Gegen Ende der achtziger Jahre wurde die offene Kommunikation ohne Herstellerabhängigkeiten («Multivendor»-Umgebung) propagiert, was vor allem in der Datenkommunikation zu einigen interessanten OSI-Anwendungen führte. Inzwischen gibt es eine Reihe von Herstellern, die erste Grundgedanken der TMN-Architektur einsetzen, so beispielsweise die Idee eines verteilten, hierarchisch aufgebauten Netzmanagements. Auch ist die in Teil 1 beschriebene Q<sub>3</sub>-Schnittstelle bereits seit einiger Zeit auf dem Weltmarkt erhältlich.

Gleichwohl täuschen diese richtungweisenden Tendenzen nicht darüber hinweg, dass die Mehrzahl der heute verkauften Netzmanagementlösungen noch nicht TMN-konform sind. Deren Abbildung auf die TMN-Architektur ist aber durchaus möglich. Ein Beispiel hierzu: Grössere GSM-Netze (Global System for Mobile Communications, in der Schweiz unter der Bezeichnung Natel D GSM eingeführt) erfordern mehrere, regional abgegrenzte Zentren für Bedienung und Unterhalt (Operation and Maintenance Center, OMC). Diese nehmen im wesentlichen Netzelementmanagementaufgaben wahr und lassen sich somit auf die in Teil 1 eingeführte Element-Netzführungsfunktion E-OSF (Element Management Operation System Function) abbilden. Gemäss GSM-Managementphilosophie werden die regionalen Bedienungs- und Unterhaltszentren durch ein übergeordnetes Zentrum zur Steuerung des gesamten Netzes NMC (Network Management Center) ergänzt, das sich leicht auf eine Netzführungsfunktion für das Netzmanagement N-OSF (Network Operation System Function) abbilden lässt.

Dazu nochmals ein Beispiel einer praktischen Anwendung: Im Natel D GSM der Telecom PTT ist zurzeit lediglich ein Betriebs- und Unterhaltszentrum OMC

im Einsatz, das sowohl die Betriebs- und Unterhalts- als auch die Netzmanagementaufgaben gemäss GSM-Spezifikationen wahrnimmt. Im deutschen D2-Netz, das wesentlich grösser als das schweizerische Natel-D-Netz ist, werden im Vergleich dazu acht regionale OMC und ein übergeordnetes Netzmanagementzentrum NMC betrieben.

Trotz oder gerade nur wegen dieser Abbildung muss davor gewarnt werden, hier bereits von einem TMN zu sprechen, wie es immer wieder an Kongressen und in Fachartikeln geschieht. Dazu sind die vorhandenen Managementwerkzeuge in den heutigen GSM-Netzen noch zu wenig an TMN-Prinzipien angelehnt, wie sie das ITU-T weltweit oder das ETSI für Europa definiert haben.

## 2 Übergangsmöglichkeiten zur TMN-Architektur

Nichtsdestoweniger bietet die TMN-Architektur einige Möglichkeiten zur Integration bestehender Telekommunikationseinrichtungen und Managementwerkzeuge, auf die besonders hingewiesen werden soll. Für diese TMN-Migration sind Q-Adapter (QA) und Umsetzeinrichtungen (Mediation Devices, MD) vorgesehen. Ein Q-Adapter erbringt eine *syntaktische* Anpassung für vornehmlich bereits vorhandene Netzelemente (NE), die keine Q<sub>3</sub>-Schnittstelle anbieten können. Die mit dem TMN ausgetauschten Meldungen werden dadurch an den Befehlssatz des betreffenden Netzelementes angepasst, das über eine M-Schnittstelle (ausserhalb des TMN) angeschlossen wird. Eine Umsetzeinrichtung hat eine wesentlich weitergehende Funktion, weshalb sie in der TMN-Element-Managementebene platziert ist. Sie speichert, adaptiert und filtert Managementinformation, auch in Abhängigkeit von Schwellwertbedingungen, und erbringt so eine *semantische* Umsetzung. Sie ist immer dann vorzusehen, wenn die volle Funktionalität der Q<sub>3</sub>-Schnittstelle nicht benötigt wird, weshalb hier das Symbol Q<sub>x</sub> zu finden ist (vergleiche Fig. 3 in Teil 1). Im Vergleich enthält ein Q-Adapter weniger Managementfähigkeiten als eine Umsetzeinrichtung, weshalb dessen Einsatzmöglichkeiten recht beschränkt sind, dafür aber der Einsatz einfacher sein wird als bei den über wesentlich weitergehende Managementfähigkeiten verfügenden Umsetzeinrichtungen. Vor allem bei diesen gehen Marktbeobachter von einem grossen Marktvolumen aus, da sie als das Medium angesehen werden, mit dem heutige Managementwerkzeuge und Telekommunikationsnetze sich in Richtung TMN bewegen werden. Das Hauptproblem scheint hier unter anderem bei der «veralteten», beispielsweise der nicht objektorientierten Struktur bestehender Einrichtungen zu liegen. Deren Managementbedürfnisse müssten jeweils modelliert werden, um sie von einer Umsetzeinrichtung aus zu steuern. In einigen Fällen erscheint dieser Aufwand angesichts des teilweise doch recht hohen Alters dieser Netzelemente zumindest fragwürdig — man denke dabei nur an die weltweit noch recht verbreiteten elektromechanischen Vermittlungseinrichtungen.

Auch das in Teil 1 erwähnte Datenkommunikationsnetz DCN (Data Communication Network), das das Kommunikationsrückgrat eines TMN ist und über das die Managementinformation transportiert wird, trägt einen guten Teil zur Migration in Richtung TMN bei. Als solche können bestehende X.25-Netze und ISDN dienen, ohne eine neue Kommunikationsinfrastruktur aufbauen zu müssen. Es sei allerdings darauf hingewiesen, dass diese Vorgehensweise auch Nachteile haben kann. Ein Netzbetreiber möchte gerade während Verkehrsspitzen ein aktuelles Bild vom Zustand seines Netzes haben, was ihm aber unmöglich sein könnte, wenn dieses ohnehin überlastet ist und keine zusätzlichen Transaktionen zulässt. Zudem sind auch während gänzlich zeitkritischen Konfigurationsarbeiten Netzbelastungen durch Transaktionen höherer Priorität unvorhersehbar, die sich aber sehr störend auswirken können (schlechte Netzleistung). So muss von Fall zu Fall entschieden werden, ob man abhängig von vorhandenen Netzauslastungen ein getrenntes Datenkommunikationsnetz aufbaut oder dieses in ein bestehendes Netz integriert.

## 3 Anwendung der TMN-Architektur auf heutige Netze am Beispiel GSM

Viele Ansätze der TMN-Architektur sind in netzspezifischen Empfehlungen wiederzufinden, so die aktuellen GSM-Spezifikationen der 12.xx-Serie. In *Figur 1* ist das Beispiel eines funktionalen GSM-TMN-Architekturmodells aus der GSM-Empfehlung 12.00 [1] darge-

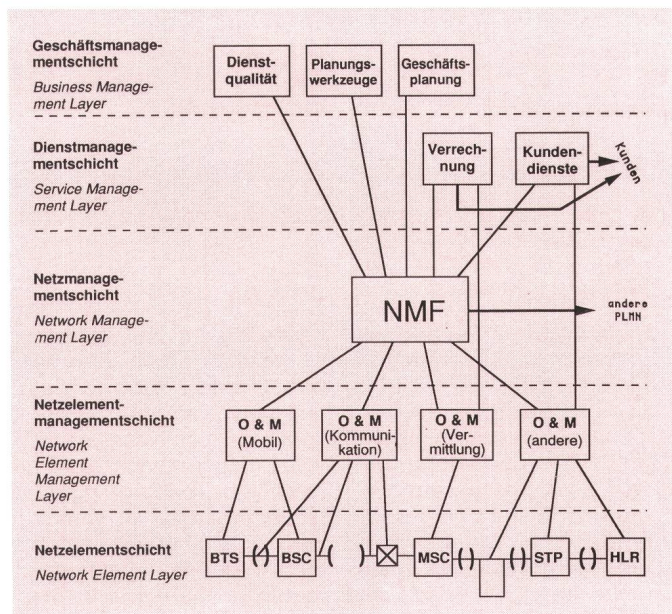


Fig. 1 Beispiel eines funktionalen TMN-Architekturmodells für GSM-Netze (aus ETSI GSM 12.00)

- O&M Operations and Maintenance — Betrieb und Unterhalt
- PLMN Public Land Mobile Network — Öffentliches Mobilfunknetz
- + (-) Funkübertragungsweg (z. B. Richtfunk)
- ⊗ Koppereinrichtung (Cross Connect)
- Kommunikationsnetz

stellt. Hier sind die zum Management der GSM-Netzelemente erforderlichen Funktionen zu finden, wie

- Netzelementmanagement «Mobil»: Management der Basisstation BTS (Base Transmitter Station) und der Basisstationssteuerung BSC (Base Station Controller);
- Netzelementmanagement «Kommunikation»: Management der Kommunikationseinrichtungen und Übertragungsstrecken;
- Netzelementmanagement «Vermittlung»: Management der Mobilzentralen MSC (Mobile Services Switching Center);
- Netzelementmanagement «andere»: Management der übrigen Einrichtungen, z. B. der Register oder der Signalisiertransferpunkt STP (Signalling Transfer Point) im Signalisiernetz nach CCITT Nr. 7.

Funktionen für die Rechnungstellung (Billing) und Dienstqualität (QoS, Quality of Service) sind in den oberen TMN-GSM-Managementschichten enthalten. Somit gibt das Management von GSM-Netzen nach GSM 12.xx ein gutes Beispiel, wie die TMN-Empfehlungen auf netzspezifische Problemstellungen übertragen werden können. In [2] wird ausführlich auf das GSM-Management eingegangen.

#### 4 Anwendung der TMN-Architektur auf heutige Dienste am Beispiel intelligenter Netze

Auf dem Gebiet der Integration intelligenter Netze IN in Telekommunikations-Management-Netze sind seit 1989 intensive Arbeiten im ETSI und seit rund zwei Jahren auch im ITU-T im Gange. Erste Ergebnisse liegen in Form der ETSI-Spezifikation ETR NA43308 [3] bereits vor. Dieses Papier ist als Arbeitsgrundlage inzwischen auch im ITU-T akzeptiert. Hauptinhalt der

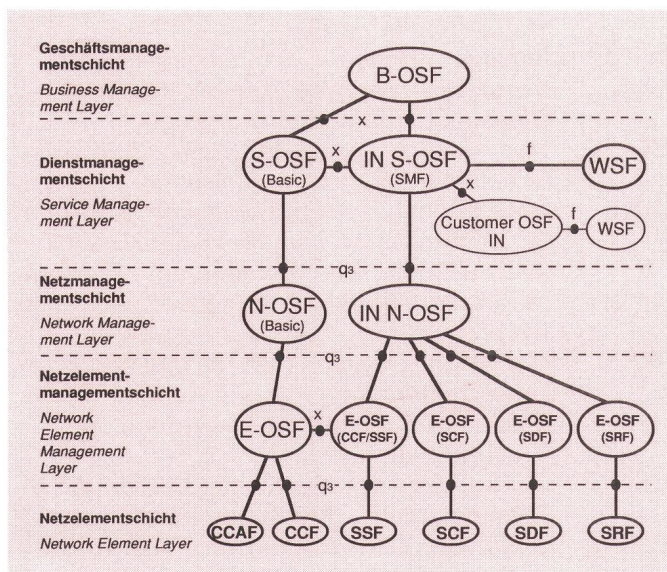


Fig. 2 Infrastruktur für integriertes Management von intelligenten Netzen (IN) und Telekommunikations-Management-Netzen (TMN) (aus ETSI ETR 43308)

Abkürzungen am Schluss des Artikels

Arbeiten ist die Frage, wie ein TMN-Dienstmanagement für ein intelligentes Netz aussehen könnte. Figur 2 gibt ein Beispiel dafür. Bei der Einführung intelligenter Dienste in ein bestehendes Telefonnetz werden neue Funktionen — zum größten Teil in Form neuer Software — bestehenden Netzelementen zugefügt (addiert, daher auch die Bezeichnung Mehrwertdienste, englisch Value Added Services). Diese Software erfordert intensive Betriebs- und Unterhaltsarbeiten, die von einem TMN abgedeckt werden könnten. In Figur 2 sind neben je einer übergeordneten Netzführungsfunktion für Dienste S-OSF (Service Operation System Function) und für das Netzmanagement N-OSF (Network Operation System Function) für den allgemeinen und den IN-spezifischen Teil noch für jede Funktion des intelligenten Netzes eine Elementmanagement-Netzführungsfunktion E-OSF (Element Management Operation System Function) vorgesehen. Diese IN-Funktionen [4] mit einem Managementbedürfnis heißen:

- Anrufsteuerungs-Zugriffsfunktion CCAF (Call Control Access Function)
- Anrufsteuerungsfunktion CCF (Call Control Function)
- Dienstvermittlungsfunktion SSF (Service Switching Function)
- Dienststeuerfunktion SCF (Service Control Function)
- Dienstdatenfunktion SDF (Service Data Function)
- Funktion für besondere Ressourcen SRF (Special Resource Function)

Ein Hauptproblem auf dem Weg zur Integration intelligenter Netze mit Telekommunikations-Management-Netzen ist vor allem in den unterschiedlichen Sichtweisen von Ressourcen zu sehen (funktionale Strukturierung im intelligenten Netz, objekt-orientierte Strukturierung im Telekommunikations-Management-Netz). Ausserdem gab es im TMN-Bereich bisher keine Möglichkeit zur Erstellung neuer IN-Dienste in Echtzeit. So wird die TMN-Norm in einem ersten Schritt mit dem «IN-Fähigkeitspaket 2» (IN Capability Set Two) das Dienstmanagement intelligenter Netze, sowie in einem zweiten Schritt, dem «IN-Fähigkeitspaket 3», die Erstellung neuer Dienste (IN Capability Set Three) abdecken. Das Management intelligenter Netze wird in [4] detailliert behandelt.

#### 5 Kosteneinsparungen

Figur 2 spiegelt noch einen weiteren, wichtigen Punkt wieder: Die TMN-Architektur kann einen wichtigen Beitrag zum integrierten Netz- und Dienstmanagement leisten. So ist es denkbar, Grundnetzführungsfunktionen oder «Basic-OSF» für wiederkehrende Managementaufgaben in allen Netzen einzusetzen. Netzspezifische Managementfunktionen (z. B. für GSM) oder dienstspezifische Managementfunktionen (z. B. für intelligente Netze) werden dann abhängig von der gestellten Aufgabe zugefügt. Dadurch ergeben sich mögliche Kosteneinsparungen beim TMN-Einsatz, indem Managementsoftware für Basisfunktionen als eine Art TMN-Standardsoftware und netz- bzw. dienstspezifische Managementsoftware als eine Art Zusatz-

Software ausgebildet wird. Zudem kann die Software schrittweise eingeführt werden, da sie — gestützt auf diese Grundidee — modular ausgebildet werden könnte. Trotz der zu erwartenden, etwas höheren Einstands- oder Erstentwicklungskosten für TMN-Lösungen liegt hier ein Sparpotential, das sowohl für den Netzbetreiber durch den wesentlich rationelleren Betrieb als auch für den Hersteller durch eine modulare Produktpalette eine attraktive Perspektive bietet. Dies bedingt allerdings eine konsequente Anwendung der in Figur 2 gezeigten Schnittstellen, durch die das Telekommunikations-Management-Netz offen für spätere funktionale Erweiterungen und somit zukunftssicher ausgelegt ist. Ein so ausbaubares Managementnetz kann mit dem Betriebsnetz wachsen und den sich ändernden Anforderungen gerecht werden, ohne dass bei jeder neuen Aufgabe eine neue Plattform beschafft werden muss, wie das in der Vergangenheit und teilweise bis heute üblich war.

## 6 Ausblick

Es liegt nun an den Netzbetreibern und Dienst Anbietern, die TMN-Architektur praktisch anzuwenden und so eine breite Managementbasis zu schaffen, mit der die heutigen und künftigen Telekommunikationsnetze und -dienste wirtschaftlich genutzt und betrieben werden können.

In Figur 3 sind die TMN-Empfehlungen der ITU-T-Studiengruppe 4, gewissermassen die «TMN-Drehscheibe», nochmals zusammengefasst. Sie bietet einen abschliessenden Überblick, welche Normen bereits verfügbar und in welchen Bereichen Erweiterungen zu erwarten sind. Übrigens werden auch die bestehenden Empfehlungen laufend überarbeitet und weiter verbessert, nicht nur funktional, sondern auch mit Blick auf Verständlichkeit und mögliche Mehrdeutigkeit der Formulierungen.

Die Umsetzung der TMN-Architektur in praktische Systeme hängt nicht nur von den Anwendern, sondern nicht zuletzt von den Telekommunikationslieferanten und ihrem Willen ab, ein genormtes Ressourcenmanagement zuzulassen oder es bei veralteten, proprietären Strukturen zu belassen. Die nahe Zukunft wird zeigen, wie sich das technische Management weiterentwickeln wird. Erste zukunftsorientierte Anwendungen der TMN-Normen geben jedenfalls Grund zur Hoffnung auf ein genormtes Management von Telekommunikationsnetzen und -diensten.

### Abkürzungen und Terminologie

B-OSF	Business OSF (TMN-Terminologie) — Geschäfts-Netzführungsfunktion
BSC	Base Station Controller (GSM-Terminologie) — Basisstationssteuerung
BTS	Base Transceiver Station (GSM-Terminologie) — Basisstation
CCAF	Call Control Access Function — Anrufsteuerungs-Zugriffsfunktion (IN-Terminologie)
CCF	Call Control Function — Anrufsteuerungsfunktion (IN-Terminologie)

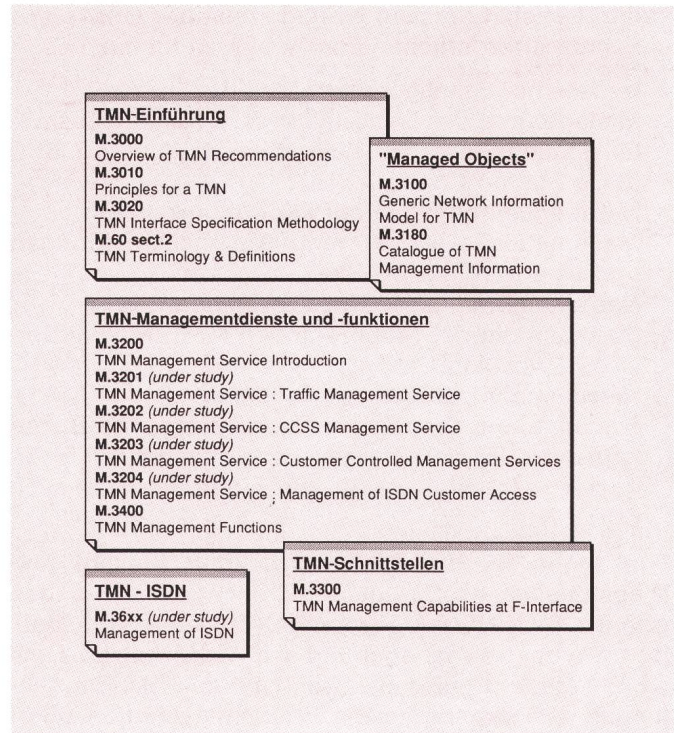


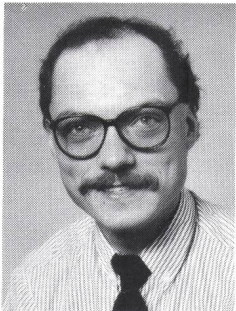
Fig. 3 TMN-Empfehlungen  
(nur ITU-T-Studiengruppe 4)  
Originalsprache der Dokumente ist Englisch

DCN	Data Communication Network (TMN-Terminologie) — Datenkommunikationsnetz
E-OSF	Element Management OSF (TMN-Terminologie) — Element-Netzführungsfunktion
ETSI	European-Telecommunication Standards Institute — Europäisches Institut für Fernmelde-normen
GSM	Global System for Mobile Communications (GSM-Terminologie) — Weltweites digitales Mobilkommunikationssystem
HLR	Home Location Register (GSM-Terminologie) — Heimatdatei
IN	Intelligent Network — Intelligentes Netz
ISDN	Integrated Services Digital Network — Diensteintegrierendes Digitalnetz
ISO	International Standards Organisation — Internationale Normenorganisation
ITU-T	International Telecommunication Union, Telecommunication Standardisation Sector — Internationale Fernmeldeunion, Telekommunikationsnormierungssektor (früher CCITT)
MD	Mediation Device (TMN-Terminologie) — Umsetzeinrichtung
MF	Mediation Function (TMN-Terminologie) — Umsetzfunktion
MSC	Mobile Services Switching Center (GSM-Terminologie) — Mobilzentrale
M.3xxx	Serie von ITU-T-Normen zum Thema TMN
NE	Network Element (TMN-Terminologie) — Netzelement
NEF	Network Element Function (TMN-Terminologie) — Netzelementfunktion
NMC	Network Management Center (GSM-Terminologie) — Netzmanagementzentrum

NMF	Network Management Function — Netzmanagementfunktion	STP	Signalling Transfer Point — Signalisier-Transferpunkt
N-OSF	Network OSF (TMN-Terminologie) — Netzführungsfunktion für das Netzmanagement	TMN	Telecommunication Management Network (TMN-Terminologie) — Telekommunikations-Management-Netz
OMC	Operation and Maintenance Center (GSM-Terminologie) — Betriebs- und Unterhaltungs-zentrum	VAS	Value Added Service — Mehrwertdienst
OS	Operation System (TMN-Terminologie) — Netzführungszentrale	VASP	Value Added Service Provider — Anbieter für Mehrwertdienste
OSF	Operation System Function (TMN-Terminologie) — Netzführungsfunktion	WS	Work Station (TMN-Terminologie) — Bedienstation
OSI	Open Systems Interconnection — Offene Kommunikation	WSF	Work Station Function (TMN-Terminologie) — Bedienstationsfunktion
Q	Standardisierte Schnittstelle als Zugriff auf ein NE (TMN-Terminologie)	X.25	ITU-T-Norm für die paketvermittelte Datenkommunikation
QA	Q Adaptor (TMN-Terminologie) — Anpass-einrichtung	X.7xx	Serie von ITU-T-Normen zum Thema OSI Systems Management
SCF	Service Control Function — Dienststeuer-funktion (IN-Terminologie)		
SDF	Service Data Function — Dienstdatenfunk-tion (IN-Terminologie)		
SMF	Service Management Function — Dienstmanagementfunktion (iN-Terminologie)		
S-OSF	Service OSF (TMN-Terminologie) — Dienst-Netzführungsfunktion		
SRF	Special Resource Function — Funktion für besondere Ressourcen (IN-Terminologie)		
SSF	Service Switching Function — Dienstver-mittlungsfunktion (IN-Terminologie)		
SS Nr. 7	Signalling System Nr. 7 — Signalisiersys-tem Nr. 7 (nach CCITT)		

### Bibliographie

- [1] Objectives & Structure of PLMN Management — ETSI ETR GSM 12.00.
- [2] *Sellin R.* Management von GSM-Netzen — Netzstandard braucht standardisiertes Management. net, Heidelberg, 47 (1993), Heft 6.
- [3] «Baseline Document on the Integration of IN and TMN» — ETSI ETR NA43308.
- [4] *Sellin R.* Management intelligenter Netze — Neuer Nutzen für den Telefonkunden. Technische Rundschau, Bern, 85 (1993), Heft 38.



**Rüdiger Sellin**, Dipl.-Ing., ist seit Anfang 1992 bei der Generaldirektion PTT in der Direktion Forschung und Entwicklung tätig. Nach dem Studium der Nachrichtentechnik an der Fachhochschule Düsseldorf war er zweieinhalb Jahre bei der Deutschen Bundespost Telekom beschäftigt, danach in der Privatindustrie als Systemingenieur in der OSI-Entwicklung tätig sowie als Produkt-Manager im Marketing für den Bereich Network Support Systems verantwortlich. In seiner jetzigen Position bearbeitet er Managementaspekte in verschiedenen Telekommunikationsprojekten und arbeitet ausserdem in europäischen und internationalen Normierungsgremien mit.